

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DEFINITIVO

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

VI04 - Viadotto su Torrente Varatello da km 77+516 e 77+616

Relazione di calcolo spalla A – VI04

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 4 0 4 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G.Grimaldi 	Feb. 2022	D.Guerci 	Feb. 2022	G.Fadda 	Feb. 2022	A. Vitozzi A. Vitozzi Dot. Ing. Angelo Vitozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova N° A20783

File: IV0100D09CLVI0404001A.doc

n. Elab.: X

INDICE

1	GENERALITA'	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	8
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	9
3	MATERIALI	10
3.1	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA SPALLE E PILE – FONDAZIONI E ELEVAZIONI.....	10
3.2	ACCIAIO PER C.A.....	10
4	MODELLO DI CALCOLO.....	11
5	ANALISI DEI CARICHI	13
5.1	PESO PROPRIO.....	13
5.2	PESO PROPRIO DEL TERRENO	13
5.3	SPINTA DEL TERRENO	13
5.4	CARICHI PERMANENTI SULLA SPALLA	14
5.5	CARICHI VARIABILI.....	14
5.5.1	<i>Carichi da traffico ferroviario.....</i>	<i>14</i>
5.6	SPINTA DOVUTA AI CARICHI VARIABILI	16
5.7	CARICHI DERIVANTI DALL'IMPALCATO	17
5.8	AZIONI SISMICHE	17
5.8.1	<i>Inquadramento sismico</i>	<i>19</i>
5.9	SPINTA ATTIVA IN CONDIZIONI SISMICHE.....	22
6	COMBINAZIONI DI CARICO	23
7	VERIFICHE SPALLA FISSA	27
7.1	FONDAZIONE	27
7.1.1	<i>Sollecitazioni massime.....</i>	<i>27</i>
7.1.2	<i>Verifiche agli Stati Limite.....</i>	<i>31</i>
7.2	MURO FRONTALE.....	42

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	3 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

7.2.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	42
7.2.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	46
7.3	PARAGHIAIA	54
7.3.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	54
7.3.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	58
7.4	MURI LATERALI.....	66
7.4.1	<i>Sollecitazioni massime</i>	66
7.4.2	<i>Verifiche agli Stati Limite</i>	70
8	SCARICHI SULLA PALIFICATA	78
9	VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)	80

1 GENERALITA'

Oggetto della presente relazione e' il calcolo delle sollecitazioni e le conseguenti verifiche di resistenza della spalla fissa del viadotto sul Torrente Varatello, da costruirsi per il raddoppio della linea Genova - Ventimiglia, nella tratta Finale Ligure - Andora.

Il viadotto in esame si sviluppa su 4 campate di luce pari a 25.00 m. Delle 4 campate 2 sono risolte con due impalcati a singolo binario mentre le altre 2 sono risolte con un impalcato a doppio binario.

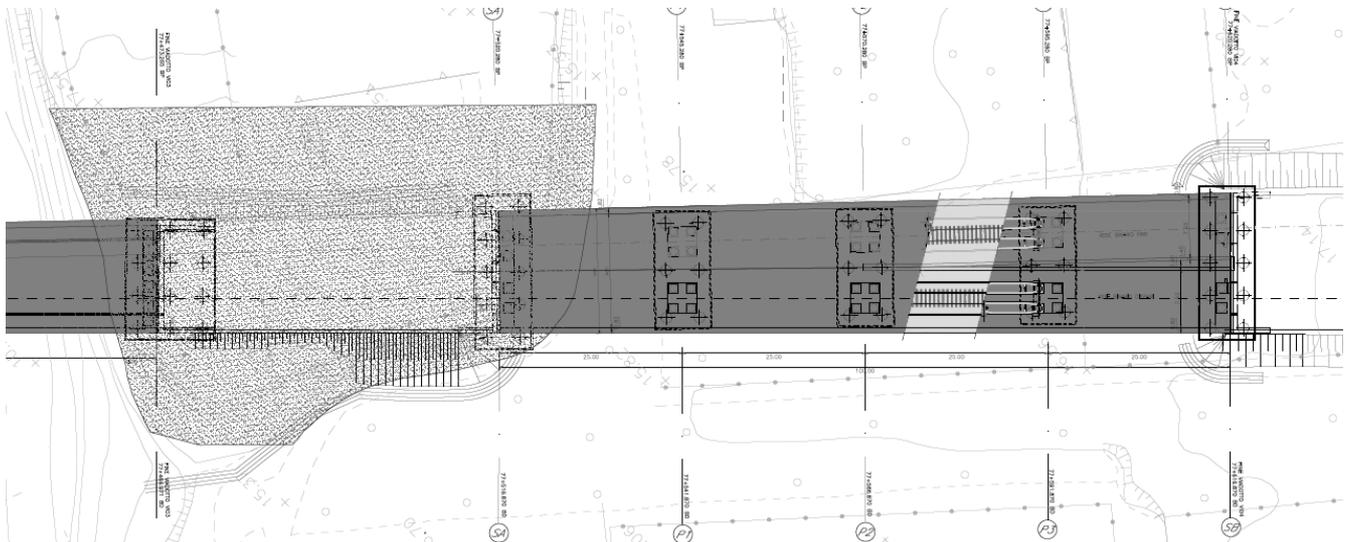


Figura 1: planimetria generale

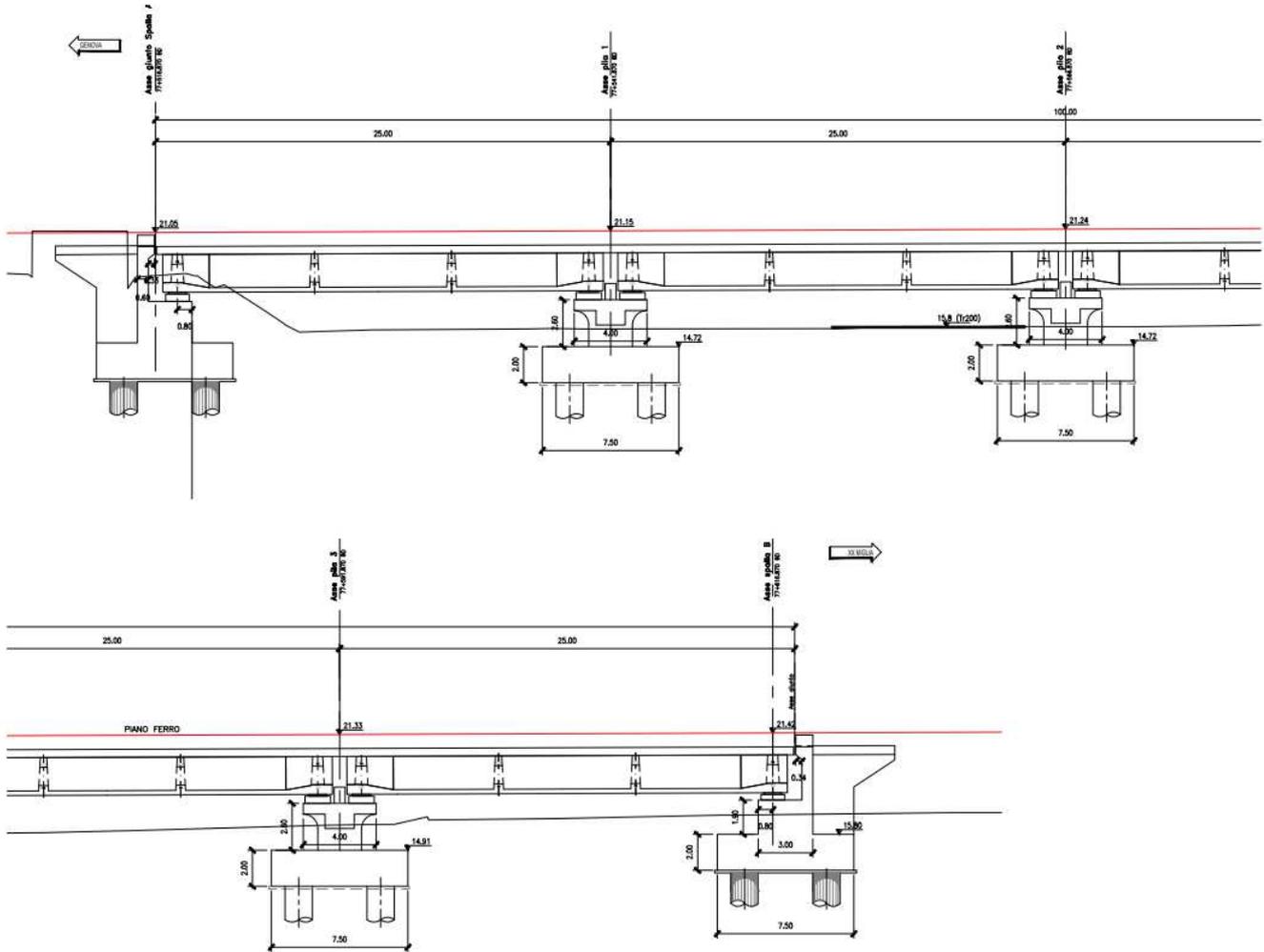


Figura 2: Profilo longitudinale

La spalla A ha un plinto di fondazione a pianta rettangolare di dimensioni pari a 7.50 x 21.00 m e spessore 2.00 m. Le elevazioni sono caratterizzate da un muro frontale di testata spesso 3.00 m è alto 2.30, un muro paraghia spesso 0.60 m e alto 2.92 m e due muri andatori di spessore pari a 0.90 m e altezza 5.40 m.

La spalla è fondata su dieci pali.

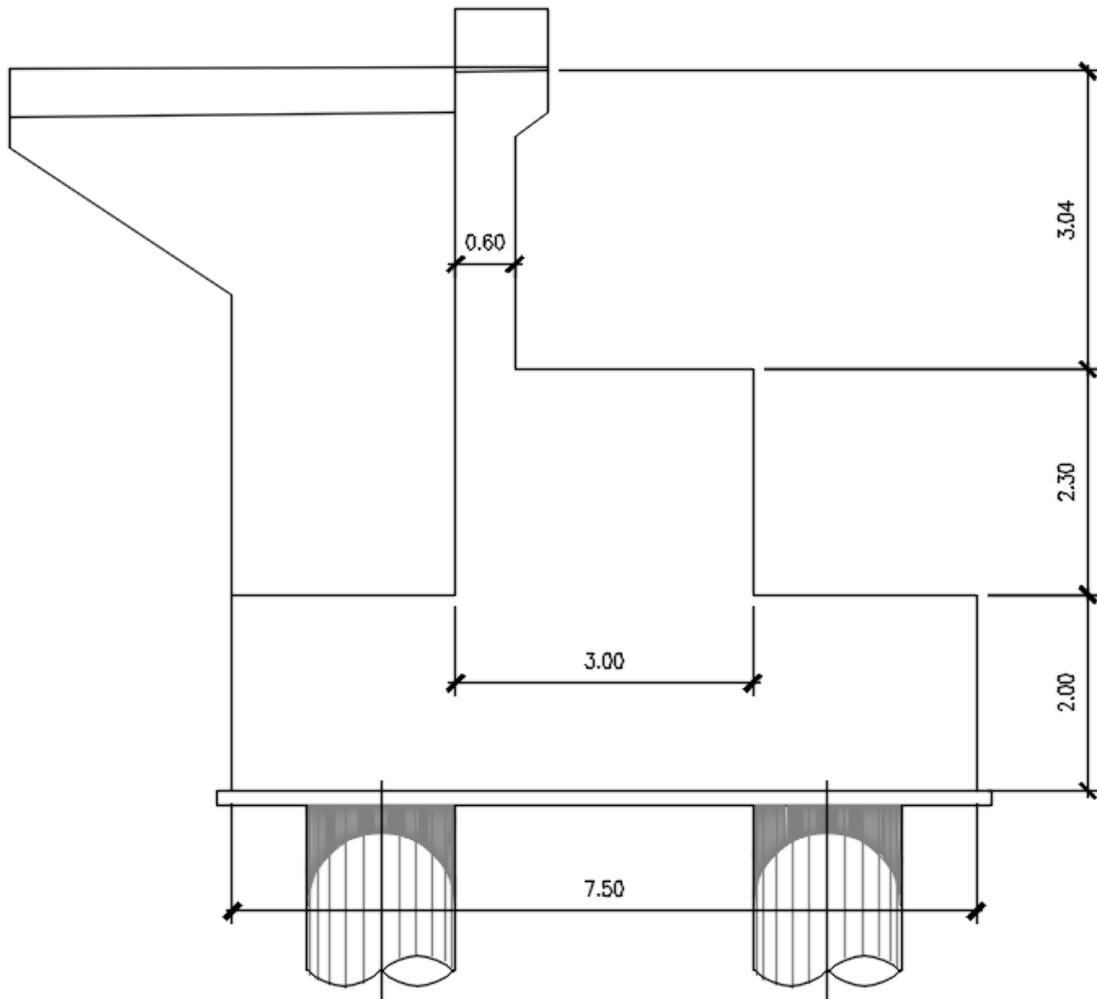


Figura 3: Spalla A

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
----------	-------	----------	-----------	------	--------

Relazione di calcolo spalla A - VI04

IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	7 di 79
------	----	---------	------------	---	---------

Unità di misura

- lunghezza [m]
- forze [kN]
- angoli [rad]
- tensioni [N/mm²]

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0404 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 8 di 79</p>

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Rif. [3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Rif. [4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Rif. [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l’esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Rif. [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Rif. [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Rif. [8] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [9] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- Rif. [10] EC2-1-1-2005_Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

IV01 00 D 09 CL VI0404 001 A 9 di 79

2.1 Elaborati di riferimento

Viadotto su Torrente Varatello da Km 77+389 a Km 77+619																						
Relazione descrittiva viadotto VI04	-	I	V	0	1	0	0	D	0	9	R	H	V	I	0	4	0	0	0	0	1	B
Relazione di calcolo spalla A	-	I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	4	0	0	1	A
Relazione di calcolo spalla B		I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	4	0	0	2	A
Relazione di calcolo pila tipo	-	I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	5	0	0	1	A
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni		I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	5	0	0	2	A
Relazione di calcolo impalcato c.a.p.binario singolo L=25m (P3-SPB)	-	I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	8	0	0	2	A
Relazione di calcolo opere provvisionali	-	I	V	0	1	0	0	D	0	9	C	L	V	I	0	4	0	3	0	0	1	A
Carpenteria impalcato c.a.p. binario singolo L=25m (P3-SPB)	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	B	V	I	0	4	0	8	0	0	1	B
Carpenteria spalla A TAV.1/2	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	4	0	0	1	A
Carpenteria spalla A TAV.2/2		I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	4	0	0	2	A
Carpenteria spalla B TAV.1/2	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	4	0	0	3	A
Carpenteria spalla B TAV.2/2		I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	4	0	0	4	A
Carpenteria pila P1	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	B	V	I	0	4	0	5	0	0	1	A
Carpenteria pila P2	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	B	V	I	0	4	0	5	0	0	2	A
Carpenteria pila P3	1:50	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	B	V	I	0	4	0	5	0	0	3	A
Opere provvisionali		I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	3	0	0	1	A
Particolari, dettagli e finiture	varie	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	0	0	0	1	B
Schema di vincolo appoggi e giunti		I	V	0	1	0	0	D	0	9	D	Z	V	I	0	4	0	7	0	0	1	A
Prospetto longitudinale BINARIO DISPARI	1:100	I	V	0	1	0	0	D	0	9	A	Z	V	I	0	4	0	0	0	0	1	B
Prospetto longitudinale BINARIO PARI	1:100	I	V	0	1	0	0	D	0	9	A	Z	V	I	0	4	0	0	0	0	2	B
Planimetria generale dell'intervento	1:200	I	V	0	1	0	0	D	0	9	P	9	V	I	0	4	0	0	0	0	1	B
Planimetria opere di fondazione	1:100	I	V	0	1	0	0	D	0	9	P	A	V	I	0	4	0	3	0	0	1	B
Planimetria scavi ed opere provvisionali	1:100	I	V	0	1	0	0	D	0	9	P	A	V	I	0	4	0	3	0	0	2	B
Carpenteria trave in c.a.p.	varie	I	V	0	1	0	0	D	0	9	B	Z	V	I	0	4	0	8	0	0	1	B

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	10 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1 Calcestruzzo per getti in opera spalle e pile – fondazioni e elevazioni

Classe	C32/40		
Rck =	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
fck =	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
fcm =	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
acc=	0.85		coef. rid. Per carichi di lunga durata
gM=	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd =	18.13	MPa	resistenza di progetto
fctm =	3.02	MPa	resistenza media a trazione semplice
fcfm =	3.63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
fctk =	2.12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
Ecm =	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
v =	0.2		Coefficiente di Poisson
Gc =	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto

3.2 Acciaio per c.a.

B450C			
$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15		
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35		
$g_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\varepsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima

4 MODELLO DI CALCOLO

Lo studio del comportamento strutturale delle spalle viene effettuato tramite un modello tridimensionale realizzato con l'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti *Midas Gen*.

Gli elementi costituenti la spalla vengono schematizzati mediante elementi bidimensionali di tipo "Plate".

Si riporta di seguito una immagine illustrativa della modellazione tridimensionale realizzata.

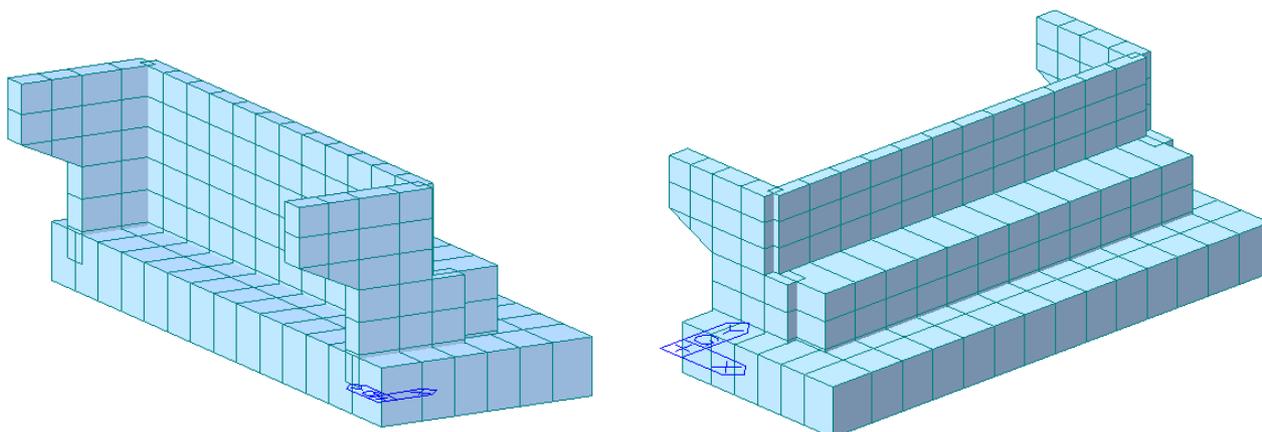


Figura 2 –Viste 3d del modello di calcolo spalla fissa

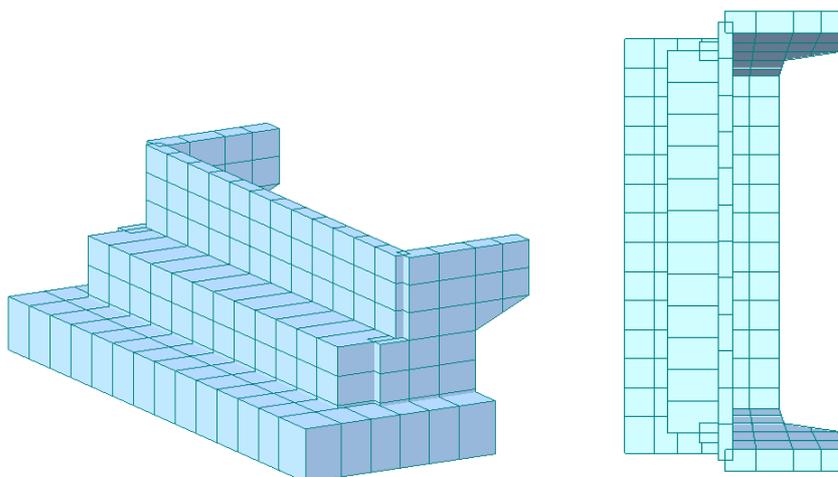


Figura 3 –Viste 3d del modello di calcolo spalla mobile

	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A	FOGLIO 12 di 79

I nodi superiori degli elementi plate dell'estremità superiore del muro frontale sono collegati ai nodi inferiori del paraghiaia attraverso braccetti rigidi che ne vincola rigidamente gli spostamenti.

Gli appoggi del ponte sono schematizzati tramite elementi rigidi alle cui estremità sono applicati i carichi derivanti dall'analisi dell'impalcato che vengono scaricati sulla spalla, oggetto di dimensionamento e verifica.

I pali di fondazione sono stati schematizzati come vincoli fissi (cerniere).

Per l'estrazione degli scarichi da applicare sulla palificata, è stato realizzato un secondo modello con l'applicazione di un vincolo rigido a tutti i nodi della fondazione (zattera infinitamente rigida) e un unico vincolo incastro al baricentro della palificata.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0404 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 13 di 79</p>

5 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si descrivono i carichi agenti sull'impalcato, utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni agenti negli elementi strutturali dell'impalcato.

5.1 Peso proprio

Il peso proprio delle strutture viene considerato automaticamente dal software di calcolo utilizzato. Il carico delle strutture in c.a. e c.a.p. viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc.

5.2 Peso proprio del terreno

Il peso proprio del terreno da rilevato è valutato in ragione di 20.0 kN/m³ e grava sulla fondazione della spalla.

I carichi applicati alla fondazione delle due spalle sono dunque pari a:

Spalla fissa

Parte interna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 5.38 \text{ m} = 107.6 \text{ kN/m}^2$

Parte esterna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 1.20 \text{ m} = 24 \text{ kN/m}^2$

Spalla mobile

Parte interna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 5.38 \text{ m} = 107.6 \text{ kN/m}^2$

Parte esterna $q_{\text{terr}} = 20\text{kN/mc} \cdot 1.20 \text{ m} = 24 \text{ kN/m}^2$

5.3 Spinta del terreno

La spinta dovuta al peso proprio del terreno sugli elementi verticali della spalla è calcolato secondo la seguente formula:

$$S_{\text{terr}} = k_0 \cdot \gamma_d \cdot H \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\phi_d)$$

dove:

$$\gamma_d = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad \text{peso di progetto terreno per unità di volume}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	14 di 79

$\phi_d = 38^\circ$ angolo di attrito interno di progetto del terreno

$K_0 = 0.384$ coefficiente di spinta a riposo

$H = 0.00 - 7.38$ m altezza di spinta

$$S_{\text{terr}} \text{ massima (H = 7.38 m)} = 56.68 \text{ kN/m}^2$$

5.4 Carichi permanenti sulla spalla

Si considera la presenza del ballast al di sopra del rilevato, pari a $0.80 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 = 14.4 \text{ kN/m}^2$.

5.5 Carichi variabili

5.5.1 Carichi da traffico ferroviario

Per quanto riguarda le azioni prodotte dai sovraccarichi verticali da traffico, vista la geometria dell'opera e la presenza del singolo binario, sono state esaminate, separatamente, le condizioni di carico corrispondenti al passaggio di ciascuno dei treni di carico previsti dalla normativa; di seguito si riportano una descrizione dei treni ed i risultati ottenuti.

5.5.1.1 Treno di carico LM71

Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.

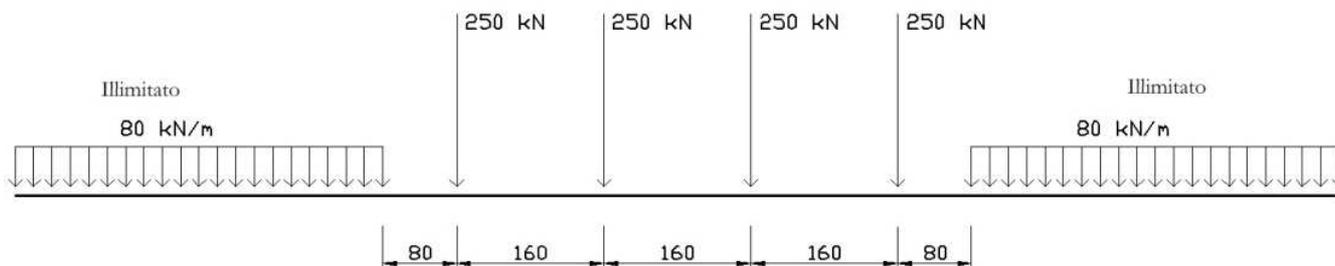


Figura 4 – Treno di carico LM71

Per questo modello di carico è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$, con $s=1435$ mm. Quindi, l'eccentricità considerata nel modo più sfavorevole per le strutture è pari a: $e = \sim 80$ mm

5.5.1.2 Treno di carico SW

Il Treno di carico SW/2 è schematizzato nella figura seguente.

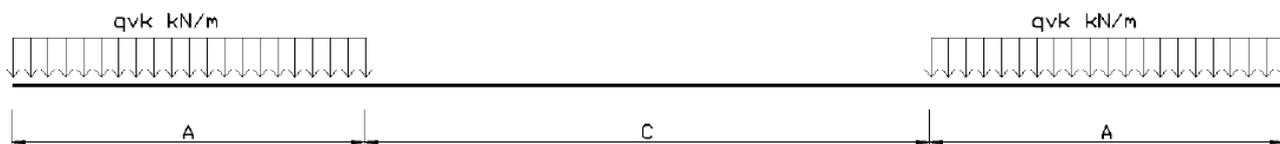


Figura 5 – Treno di carico SW

Tabella 1 - caratterizzazione treni di carico SW

Tipo di carico	Qvk [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Nel presente documento, si è considerato solo il modello di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente " α " che deve assumersi come da tabella seguente:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

Tabella 2 - coefficienti α per modelli di carico

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

5.5.1.3 Valori risultanti

Ai fini delle verifiche locali, la condizione di carico più sfavorevole è data dalla presenza del locomotore LM71.

La diffusione longitudinale e trasversale dei carichi è stata effettuata, a partire dall'intradosso della traversa, nell'ipotesi di ripartizione nel ballast e nella soletta rispettivamente nei rapporti 4:1 e 1:1.

Si considera quindi il carico risultante di 250 kN, applicato su un'impronta di 1.60 m x 2.80 m.

Ai fini delle verifiche globali, per tener conto del traffico ferroviario, si applica un sovraccarico uniformemente distribuito di 40 kN/m², su tutta la larghezza della spalla.

5.6 Spinta dovuta ai carichi variabili

La spinta dovuta al carico accidentale è calcolata secondo la seguente formula:

$$S_{acc} = k_0 \cdot q_{acc} \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$k_0 = 1 - \text{sen}(\phi_d)$$

dove:

$$q_0 = 40 \text{ kN/m}^2 \quad \text{carico accidentale dovuto al traffico ferroviario}$$

$$\phi_d = 38^\circ \quad \text{angolo di attrito interno di progetto del terreno}$$

$$K_0 = 0.384 \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$S_{acc} = 15.37 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini delle verifiche locali del paraghiaia, si considera la spinta dovuta al carico variabile dallo schema di carico LM71 sull'impronta di 1.60 m x 2.80 m.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione di calcolo spalla A - VI04</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI0404 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 79</p>

Pressione verticale $q_v = 250 / (1.60 \times 2.80) = 55.80 \text{ kN/m}^2$

$K_0 = 0.384$ coefficiente di spinta a riposo

$q_h = 0.384 \times 55.80 = 21.43 \text{ kN/m}^2$

5.7 Carichi derivanti dall'impalcato

Le azioni derivanti dall'impalcato per i vari casi di carico sono state assegnate alle spalle in corrispondenza dei dispositivi di appoggio. Per il dettaglio degli scarichi, si rimanda alla relazione di calcolo dell'impalcato.

5.8 Azioni sismiche

In accordo al § 7.9 delle NTC2018 e al MdP 2021, per determinare le sollecitazioni sismiche di progetto sulle sottostrutture del cavalcavia viene eseguita un'analisi sismica "lineare statica".

Si adotta un comportamento strutturale dissipativo con classe di duttilità "Bassa".

Per calcolare le sollecitazioni di progetto nelle tre direzioni (longitudinale, trasversale e verticale), si considerano i seguenti contributi:

Spalla fissa

Direzione X (longitudinale, coincidente con l'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per l'accelerazione $S_e(T_B)$, ordinata massima dello spettro allo SLV (plateau) con

$$q = 1.5 \text{ (elevazione)}$$

$$q = 1.5/1.1 = 1.36 \text{ (fondazioni: pali e plinto);}$$

- Spinta attiva in condizioni sismiche, calcolata con il metodo Mononobe-Okabe.

Direzione Y (trasversale, ortogonale all'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	18 di 79

$$k_h = \beta_s \times a_{\max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{\max} = a_g \times S_s \times S_T$$

Direzione Z (verticale)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

Spalla mobile

Direzione X (longitudinale, coincidente con l'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_h = \beta_s \times a_{\max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{\max} = a_g \times S_s \times S_T$$

- Spinta attiva in condizioni sismiche, calcolata con il metodo Mononobe-Okabe.

Direzione Y (trasversale, ortogonale all'asse dell'impalcato)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_h = \beta_s \times a_{\max} \quad \text{con} \quad \beta_s = 1 \quad \text{quindi,}$$

$$k_h = a_{\max} = a_g \times S_s \times S_T$$

Direzione Z (verticale)

- Forze d'inerzia ottenute moltiplicando le masse dei carichi permanenti (parte di impalcato di competenza della spalla, spalla, fondazione e terreno al di sopra della fondazione) per

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

5.8.1 Inquadramento sismico

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione del viadotto e sono pari a:

Longitudine: 8.186776

Latitudine: 44.074091

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

Vita nominale $V_N = 75$ anni

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Categoria di suolo: C

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura componente orizzontale $q = 1.5$ per la struttura della spalla

Fattore di struttura componente orizzontale $q = 1.5 / 1.1 = 1.36$ per le fondazioni

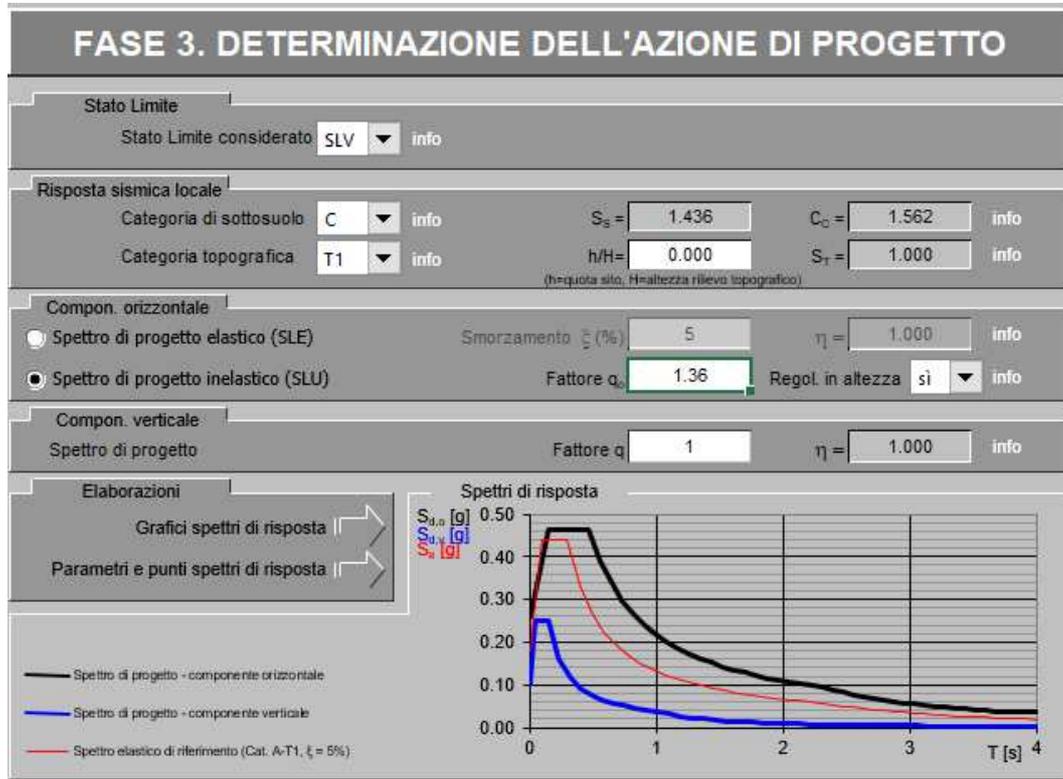
Fattore di struttura componente verticale $q = 1$

Le masse considerate sono quelle dovute a tutti i carichi permanenti e al 20% dei carichi da traffico.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta sono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.041	2.574	0.223
SLD	113	0.056	2.559	0.243
SLV	1068	0.179	2.461	0.300
SLC	2193	0.238	2.485	0.316



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limiti SLV

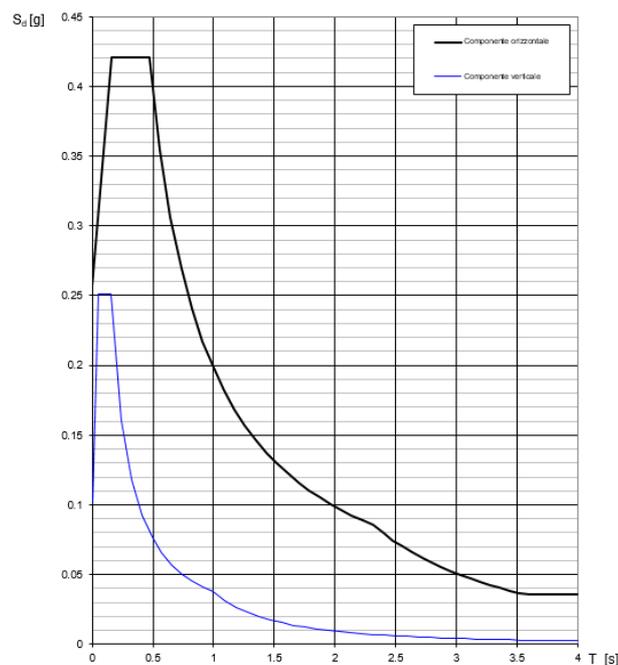


Figura 6: Spettro di risposta orizzontale e verticale allo SLV ($q=1.5$)

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limiti SLV

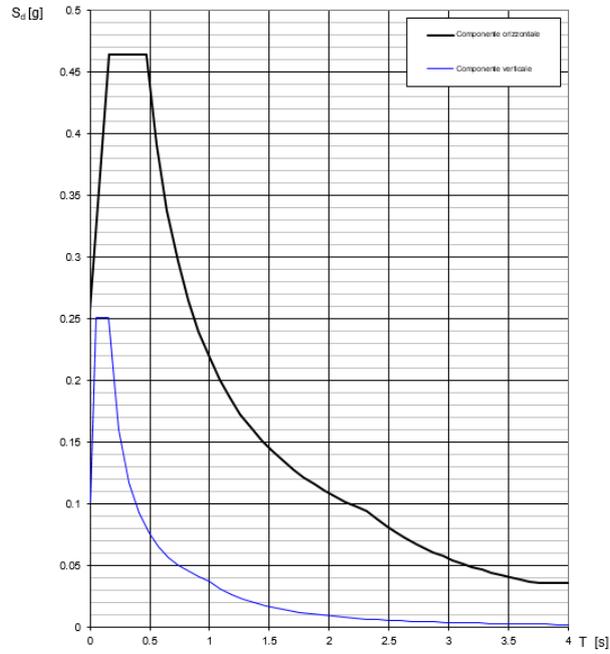


Figura 7: Spettro di risposta orizzontale e verticale allo SLV ($q=1.36$)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p>					
<p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione di calcolo spalla A - VI04</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IV01</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D 09 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>VI0404 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>22 di 79</p>

Per le verifiche della struttura si opererà sommando gli effetti delle tre componenti E_x , E_y e E_z ponendo alternativamente una al 100% e le due restanti al 30%, secondo le seguenti espressioni:

Caso 1 (Sisma X al 100%): $E = \pm 1.00 \cdot E_x \pm 0.30 \cdot E_y \pm 0.30 \cdot E_z$

Caso 2 (Sisma Y al 100%): $E = \pm 0.30 \cdot E_x \pm 1.00 \cdot E_y \pm 0.30 \cdot E_z$

Caso 3 (Sisma Z al 100%): $E = \pm 0.30 \cdot E_x \pm 0.30 \cdot E_y \pm 1.00 \cdot E_z$

5.9 Spinta attiva in condizioni sismiche

Per la spinta sismica in condizioni sismiche è stata utilizzata la formulazione di Mononobe-Okabe.

Per il caso in esame si ha:

$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc}$ $\varphi' = 38^\circ$ $k_h = 0.257$

per cui si ottiene $k_a = 0.401$

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

IV01 00 D 09 CL VI0404 001 A 23 di 79

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli vanno sempre combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella seguente tabella:

Tab. 5.2.IV - *Valutazione dei carichi da traffico*

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Il gruppo 4 è da considerarsi esclusivamente per le verifiche a fessurazione. I valori indicati fra parentesi si assumeranno pari a: (0,6) per impalcati con 2 binari caricati e (0,4) per impalcati con tre o più binari caricati.

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	24 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁵⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽¹⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 3 - Valutazione dei carichi da traffico (da “Istruzioni per la progettazione e l’esecuzione dei font ferroviari”)

Le azioni di cui ai paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto relative agli elementi strutturali di volta in volta considerati in base a quanto prescritto dal D.M. 17 Gennaio 2018 ai paragrafi § 2.5.3 e §5.2.3.

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	25 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
 - Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
 - Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
 - Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
 - Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
 - Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]
- Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:
- $$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$
- [2.5.7]

Nella tabella seguente si riportano i valori di combinazioni adottati per analisi e verifiche. I valori riportati in tabella considerano già i coefficienti di combinazione previsti dalla normativa.

Tipo Combinazione	Azione dominante	G1	G2	gr_traffico	Sp_var	Fw_Vento	Tk_ΔT	Peso_terr	Sp_terr
SLU 01	gr1	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 02	gr2	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 03	gr3	1.35	1.5	1.45	1.45	0.9	0.9	1.35	1.35
SLU 04	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 05	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 06	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0	1.35	1.35
SLU 07	Fw	1.35	1.5	1.16	1.16	1.5	0.9	1.35	1.35
SLU 08	Tk	1.35	1.5	1.16	1.16	0.9	1.5	1.35	1.35

RARA (Caratteristica) 01	gr1	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA 02(Caratteristica)	gr2	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA 03(Caratteristica)	gr3	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 04	gr4	1	1	1	1	0.6	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 05	Fw	1	1	0	0	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 06	Fw	1	1	1	1	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 07	Fw	1	1	0.8	0.8	1	0.6	1	1
RARA (Caratteristica) 08	Tk	1	1	0.8	0.8	1	0.6	1	1

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	26 di 79

RARA (Caratteristica)	09	gr1	1	1	0.8	0.8	0.6	1	1	1
--------------------------	----	-----	---	---	-----	-----	-----	---	---	---

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	27 di 79

7 VERIFICHE SPALLA FISSA

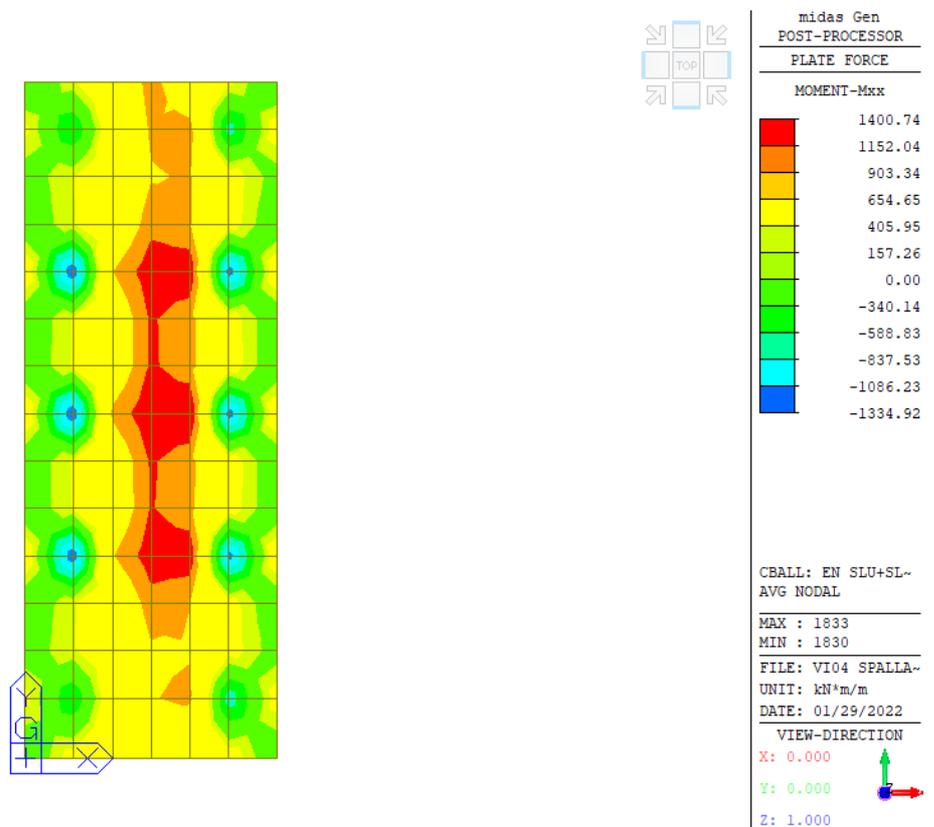
7.1 Fondazione

7.1.1 Sollecitazioni massime

Si riportano le sollecitazioni massime e minime nella fondazione della spalla, nelle varie combinazioni di carico agli Stati Limite. Per brevità di notazione si riportano i diagrammi delle sole azioni massime e minime nella condizione di involucro delle combinazioni agli stati limite ultimi (SLU + SLV)

La direzione X coincide con la direzione longitudinale (asse impalcato) e la direzione Y con quella trasversale.

Il momento positivo tende le fibre inferiori della fondazione.

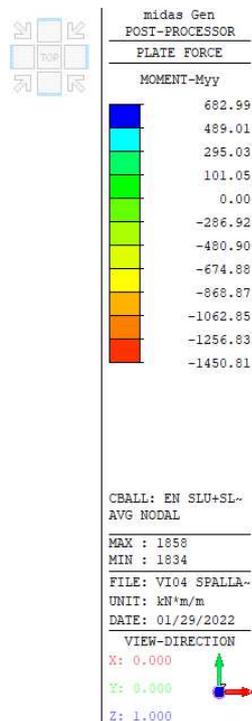
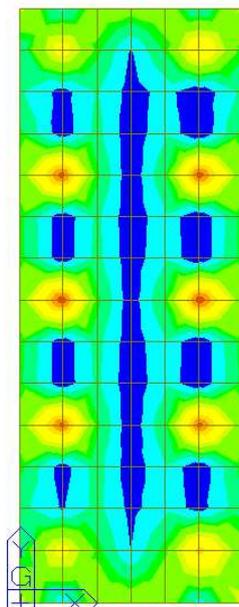


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

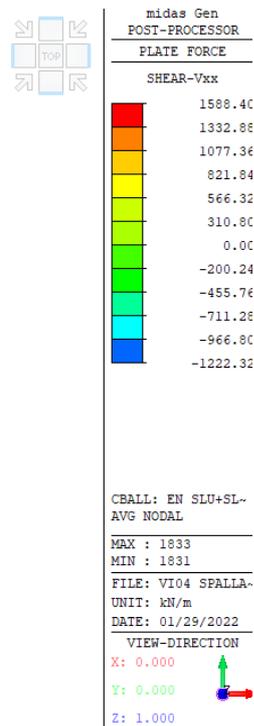
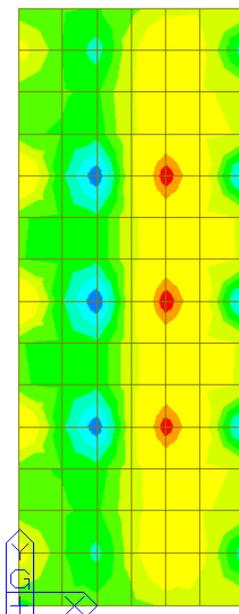
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	28 di 79



Inviluppo momento flettente in direzione Y - SLU + SLV

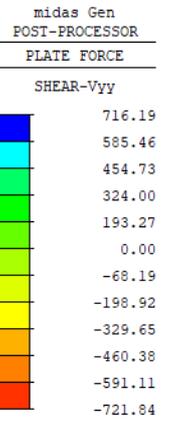
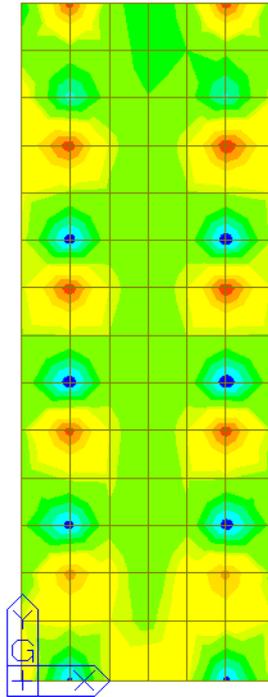


Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU + SLV

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	29 di 79



CBALL: EN SLU+SL~
AVG NODAL

MAX : 1828
MIN : 1858

FILE: VI04 SPALLA~
UNIT: kN/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION

X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

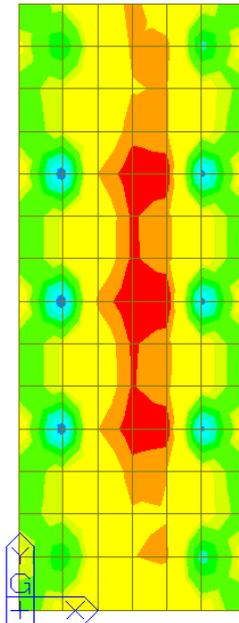


Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	30 di 79



midas Gen
POST-PROCESSOR
PLATE FORCE

MOMENT-Mxx

1000.85
821.66
642.46
463.27
284.08
104.88
0.00
-253.50
-432.69
-611.89
-791.08
-970.27

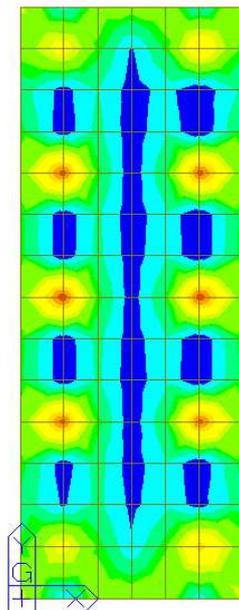
CBALL: EN RARA
AVG NODAL

MAX : 1833
MIN : 1830

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN²/m/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Inviluppo momento flettente in direzione X – SLE RARA



midas Gen
POST-PROCESSOR
PLATE FORCE

MOMENT-Myy

489.07
349.52
209.96
70.41
0.00
-208.70
-348.26
-487.81
-627.37
-766.92
-906.48
-1046.03

CBALL: EN RARA
AVG NODAL

MAX : 1858
MIN : 1830

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN²/m/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: 0.000
Z: 1.000

Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	31 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
7.1.2 Verifiche agli Stati Limite

La fondazione è armata con maglie di $\phi 18/10 \times 10$ disposte al lembo superiore ed inferiore. Il copriferro netto è pari a 40 mm. Lo strato di armatura esterno viene posato in direzione Y e quello interno in direzione X.

A taglio si utilizzano spilli $\phi 12/30 \times 30$.

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali agli stati limite ultimi e di esercizio.

Le verifiche si effettuano con le sollecitazioni mediate per una lunghezza confrontabile all'altezza utile della piastra.

DEFINIZIONE DEI MATERIALI
Calcestruzzo - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005

Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	40	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	33.2	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5	[-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85	[-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	41.2	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo	f_{ctm}	3.1	[MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 5%)	$f_{ctk;0.05}$	2.2	[MPa]
Valore caratteristico della resistenza a trazione assiale (frattile 95%)	$f_{ctk;0.95}$	4.0	[MPa]
Modulo di elasticità secante del calcestruzzo	E_{cm}	33643	[MPa]
Deformazione di contrazione nel calcestruzzo alla tensione f_c	ϵ_{c1}	0.0020	[-]
Deformazione ultima di contrazione nel calcestruzzo	ϵ_{cu}	0.0035	[-]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	18.81	[MPa]
Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo	f_{ctd}	1.45	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]

Acciaio - Rif. UNI EN 1992 - 1 - 1 : 2005

Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15	[-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	200000	[MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ϵ_{yd}	0.001957	[-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ϵ_{su}	0.01	[-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	32 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche in direzione X
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	2000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	79	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1921	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	1834.17	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1152.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	33 di 79

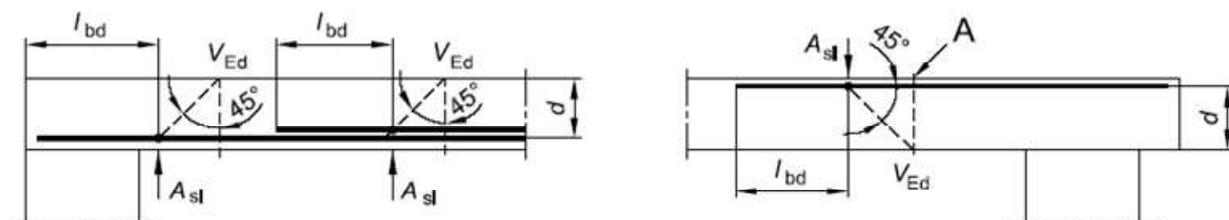
Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	1332	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.32	[-]
		1.32	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0013247	[-]
		0.0013247	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	499.54	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	589.30	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **589.30** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	1728.9	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **2083.15** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **5648.68** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **2083.15** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **9035.10** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	34 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	821.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	2000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	79 [mm]
Altezza utile della sezione	d	1921 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	321.79 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.10977E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.38 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	177.46 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	518.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	2000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	79 [-]
Altezza utile della sezione	d'	1921 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	321.79 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.10977E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.50 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	111.97 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	35 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	795 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	321.79 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	171.84 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	197.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	197500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01288 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000341 [-]
		0.000516 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	380.29 [mm]
		380.29 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1961 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	36 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	2000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	61	[mm]
Altezza utile della sezione	d	1939	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	1870.02	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1256.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	37 di 79

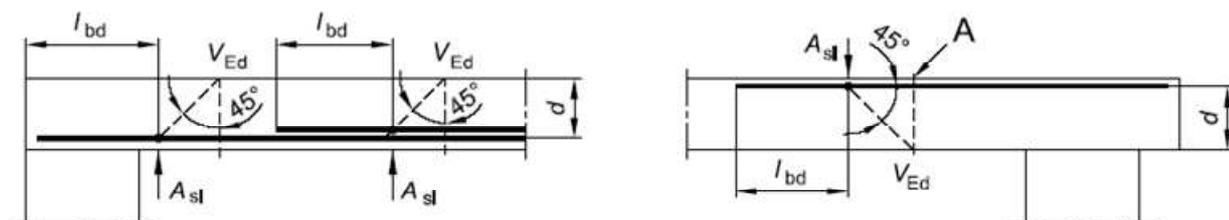
Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica a taglio
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	716	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.32	[-]
		1.32	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0013124	[-]
		0.0013124	[-]

 figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	502.09	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	593.81	[kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso V_{Rd} **593.81** [kN]

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	12	[mm]
Numero di braccia	n_b	3.3	[-]
Passo delle staffe	s	300	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	22	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	373	[mm ²]
Braccio della coppia interna	z	1745.1	[mm]
Cotangente di θ	cot θ	2.48	[-]
		2.48	[-]
Cotangente di α	cot α	0.00	[-]
Seno di α	sin α	1.00	[-]

Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione) V_{Rsd} **2102.67** [kN]

 Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'_{cd} 9.41 [MPa]

Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione) V_{Rcd} **5701.61** [kN]

 Massima area efficace di armatura a taglio per cot $\theta = 1$ $A_{sw,max}$ 4327.07 [mm]

Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente V_{Rd} **2102.67** [kN]

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE
Resistenza massima a taglio della trave V_{Rd} **9119.76** [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	38 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche delle tensioni
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	906.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	2000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	61 [mm]
Altezza utile della sezione	d	1939 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	321.79 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.13533E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.57 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	193.58 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	719.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	2000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	61 [-]
Altezza utile della sezione	d'	1939 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	321.79 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1.13533E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.04 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	153.63 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	39 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	870 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	321.79 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	185.89 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	152.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	152500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01669 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000521 [-] 0.000558 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	326.18 [mm] 326.18 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1819 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	40 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a punzonamento

Caratteristiche del cls della piastra

Resistenza caratteristica a compressione cubica del cls	R_{ck}	=	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica del cls	f_{ck}	=	33.20	N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione di calcolo del cls	f_{cd}	=	18.81	N/mm ²
Spessore della piastra	t_p	=	2000	mm
Copriferro nominale	c_s	=	40	mm

Caratteristiche dell'acciaio d'armatura

Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	=	391.30	N/mm ²
Diametro dei tondini tesi in direzione y	ϕ_{sly}	=	18	mm
Passo dei tondini tesi in direzione y	p_y	=	100	mm
Diametro dei tondini tesi di raffittimento in direzione y	$\phi_{sly,add}$	=	0	mm
Passo dei tondini tesi di raffittimento in direzione y	$p_{y,add}$	=	0	mm
Diametro dei tondini tesi in direzione z	ϕ_{slz}	=	18	mm
Passo dei tondini tesi in direzione z	p_z	=	100	mm
Diametro dei tondini tesi di raffittimento in direzione z	$\phi_{slz,add}$	=	0	mm
Passo dei tondini tesi di raffittimento in direzione z	$p_{z,add}$	=	0	mm
Altezza utile della sezione in direzione y	d_y	=	1933	mm
Altezza utile della sezione in direzione z	d_z	=	1951	mm
Altezza utile di calcolo della sezione	d_{eff}	=	1942	mm

Calcolo del perimetro critico

Tipologia del pilastro

Dimensione del pilastro in direzione y	c_y	=	1200	mm
Dimensione del pilastro in direzione z	c_z	=		mm
Perimetro critico attorno al pilastro	u_0	=	3770	mm
Perimetro critico massimo	u_1	=	28174	mm

Sollecitazioni di progetto

Pilastro superiore: azione assiale	$N_{Ed,sup}$	=	6543	kN
Pilastro superiore: momento flettente in direzione y	$M_{Ed,y,sup}$	=	0	kNm
Pilastro superiore: momento flettente in direzione z	$M_{Ed,z,sup}$	=	0	kNm
Pilastro inferiore: azione assiale	$N_{Ed,inf}$	=		kN
Pilastro inferiore: momento flettente in direzione y	$M_{Ed,y,inf}$	=		kNm
Pilastro inferiore: momento flettente in direzione z	$M_{Ed,z,inf}$	=		kNm

Azioni di punzonamento

Azione di progetto di punzonamento	V_{Ed}	=	6543	kN
Momento flettente di progetto in direzione y	$M_{Ed,y}$	=	0	kNm
Momento flettente di progetto in direzione z	$M_{Ed,z}$	=	0	kNm

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	41 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Eccentricità dell'azione di punzonamento in direzione y	e_y	=	0	mm
Eccentricità dell'azione di punzonamento in direzione z	e_z	=	0	mm
Dimensione del perimetro di verifica in direzione y	b_y	=	14087	mm
Dimensione del perimetro di verifica in direzione z	b_z	=	14087	mm
Coefficiente amplificativo	β	=	1.00	
Tensione massima di punzonamento su perimetro critico minimo	$v_{Ed,0}$	=	0.89	N/mm ²
Tensione massima di punzonamento su perimetro critico massimo	$v_{Ed,1}$	=	0.12	N/mm ²
Resistenze a punzonamento				
Coefficiente di riduzione della resistenza del cls fessurato per taglio	v	=	0.52	
Resistenza a punzonamento massima	$v_{Rd,max}$	=	4.89	N/mm ²
Verifica a punzonamento sullo spessore della piastra	ρ_{max}	=	0.18	
Fattore dipendente dall'altezza utile della sezione	k	=	1.32	
Rapporto geometrico dell'armatura tesa	ρ_{ly}	=	0.001	
Rapporto geometrico dell'armatura tesa	ρ_{lz}	=	0.001	
Rapporto geometrico dell'armatura longitudinale tesa	ρ_l	=	0.001	
Tensione massima di punzonamento del cls	$v_{Rd,c}$	=	0.26	N/mm ²
Verifica a punzonamento senza armatura a punzonamento	ρ_c	=	0.46	< 1 OK

PROGETTO DEFINITIVO

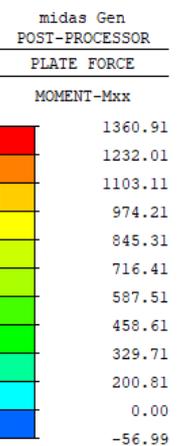
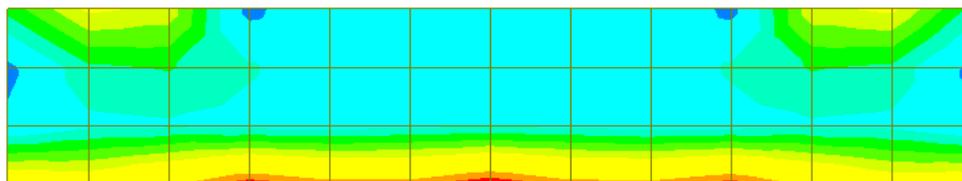
Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	42 di 79

7.2 MURO FRONTALE

7.2.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.



CBALL: EN SLU+SL~
AVG NODAL

MAX : 1775
MIN : 1907

FILE: VI04 SPALLA~
UNIT: kN*m/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000

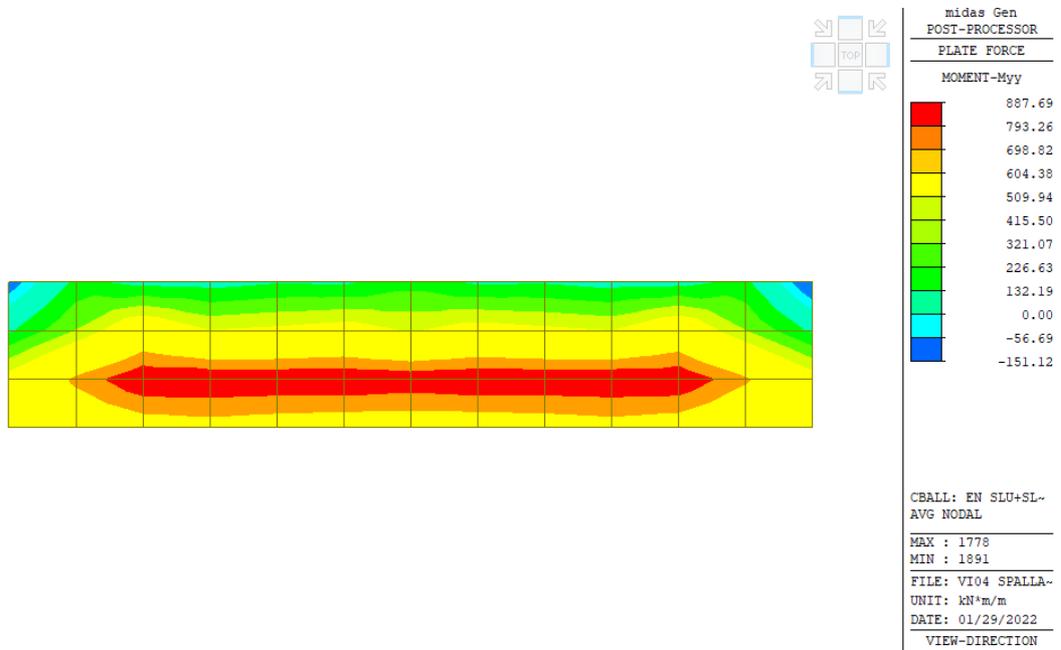


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

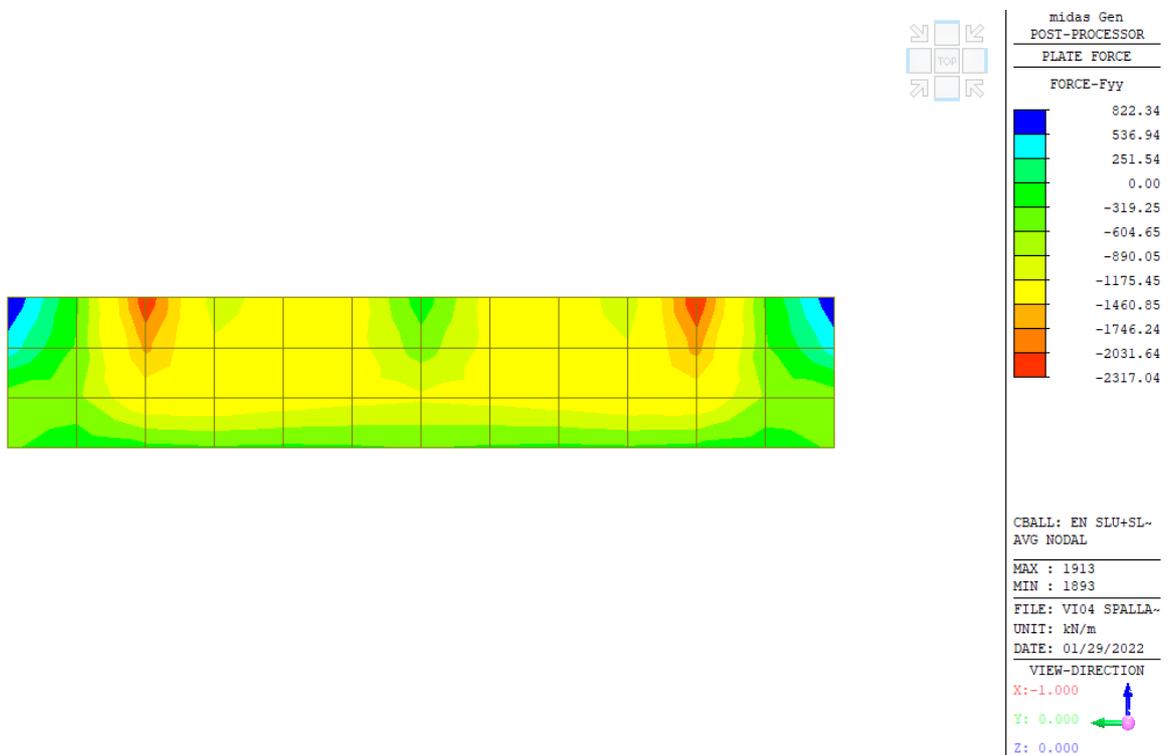
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	43 di 79



Involuppo momento flettente in direzione Y – SLU + SLV



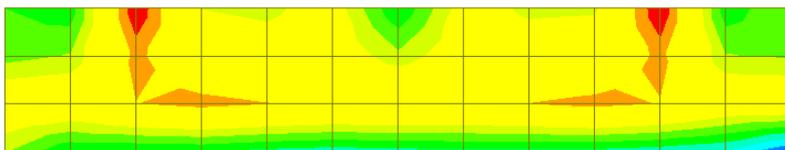
Involuppo azione assiale verticale - SLU + SLV



PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	44 di 79



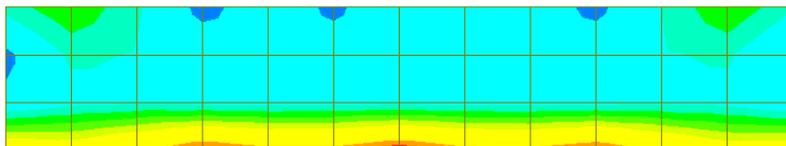
midas Gen
POST-PROCESSOR
PLATE FORCE
SHEAR-Vyy

542.88
497.78
452.69
407.59
362.50
317.40
272.30
227.21
182.11
137.01
91.92
46.82

CBALL: EN SLU+SL-
AVG NODAL
MAX : 1893
MIN : 1770
FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN/m
DATE: 01/29/2022
VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000



Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV



midas Gen
POST-PROCESSOR
PLATE FORCE
MOMENT-Mxx

974.85
882.71
790.56
698.42
606.28
514.13
421.99
329.84
237.70
145.55
0.00
-38.74

CBALL: EN RARA
AVG NODAL
MAX : 1775
MIN : 1907
FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN*m/m
DATE: 01/29/2022
VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000

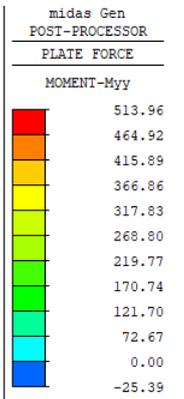
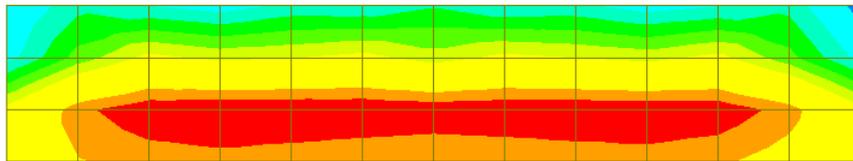


Inviluppo momento flettente in direzione X - SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	45 di 79



CBALL: EN RARA
AVG NODAL

MAX : 1777
MIN : 1891

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN*m/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000



Involuppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	46 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
7.2.2 Verifiche agli Stati Limite

Il muro frontale è armato con armatura corrente ϕ 18/10 verticali e con ϕ 18/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari a 50 mm.

Si riportano nel seguito le verifiche strutturali agli stati limite ultimi e di esercizio.

Verifiche in direzione X
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	59	[mm]
Altezza utile della sezione	d	2941	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	2869.75	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	1360.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	47 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

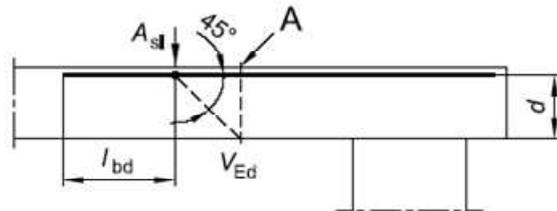
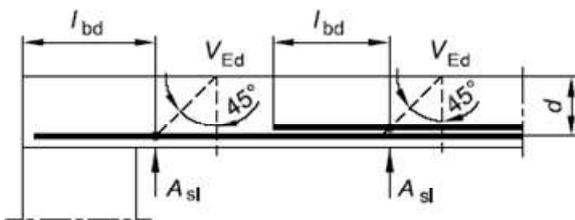
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	696	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.26	[-]
		1.26	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0008652	[-]
		0.0008652	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	632.52	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	839.63	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	839.63	[kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	48 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	974.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	59 [mm]
Altezza utile della sezione	d	2941 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.72193E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.46 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	135.94 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	647.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	59 [-]
Altezza utile della sezione	d'	2941 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.72193E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.97 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	90.30 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	49 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	846 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	408.27 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	118.08 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	147.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	147500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01725 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000194 [-]
		0.000354 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	320.17 [mm]
		320.17 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1134 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	50 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	77	[mm]
Altezza utile della sezione	d	2923	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	2833.90	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	887.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	51 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

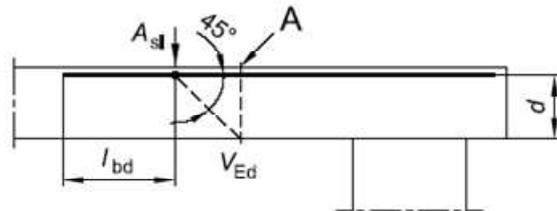
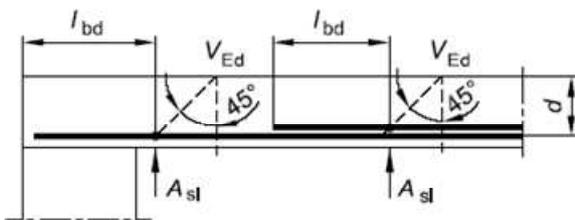
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	542	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.26	[-]
		1.26	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0008706	[-]
		0.0008706	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	630.34	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	835.29	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	835.29	[kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	52 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	514.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	3000 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [mm]
Copriferro	d'	77 [mm]
Altezza utile della sezione	d	2923 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.68257E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.78 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	72.28 [MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	234.0 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	3000 [-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000 [-]
Copriferro	d'	77 [-]
Altezza utile della sezione	d'	2923 [-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545 [mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	408.27 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	2.68257E+11 [mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360 [MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.36 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	32.90 [MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	53 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

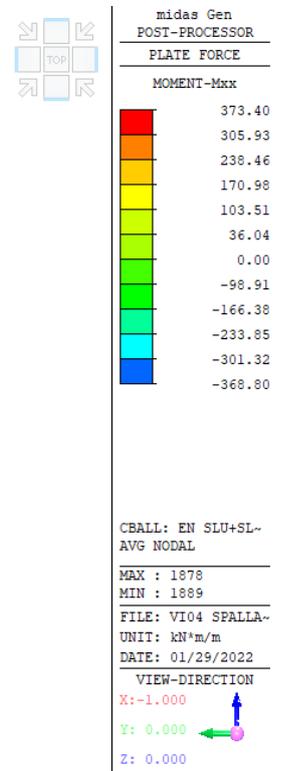
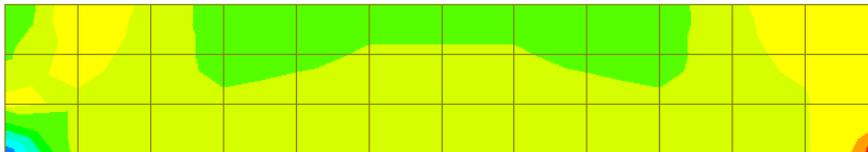
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	482 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	408.27 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	67.78 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	192.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	192500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01322 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000167 [-]
		0.000203 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	374.28 [mm]
		374.28 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0761 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

7.3 PARAGHIAIA

7.3.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.

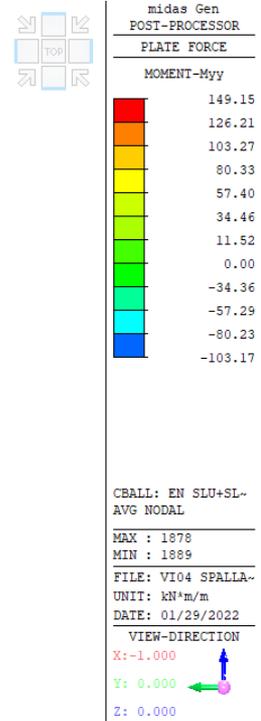
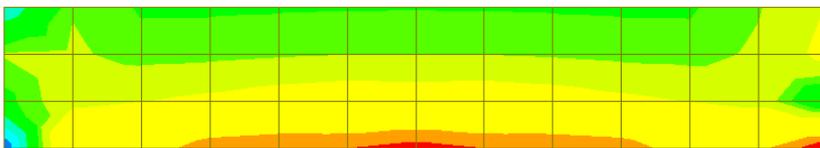


Involuppo momento flettente in direzione X – SLU + SLV

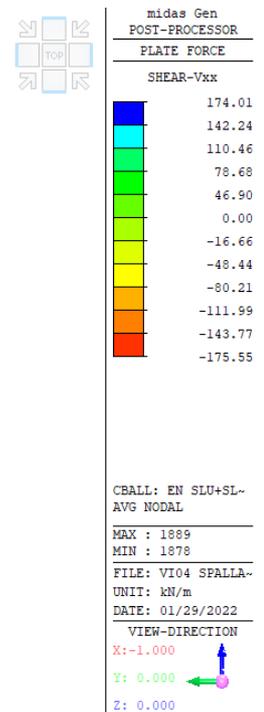
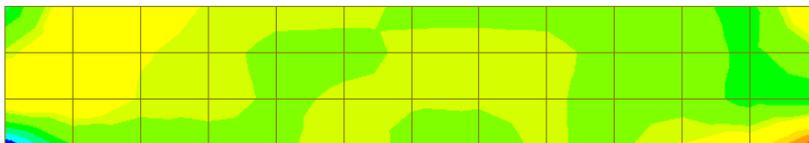
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	55 di 79



Inviluppo momento flettente in direzione Y - SLU + SLV

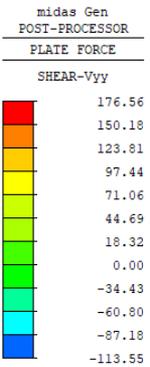
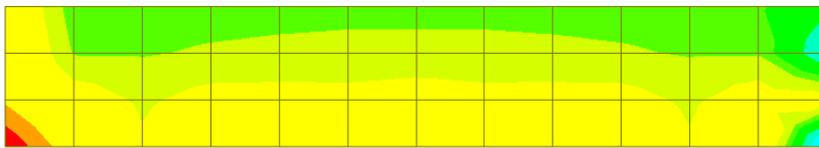


Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU + SLV

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	56 di 79



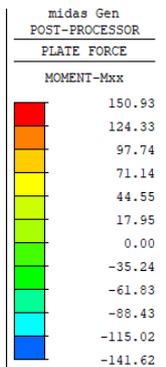
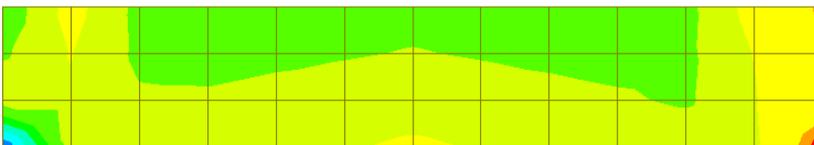
CBALL: EN SLU+SL-
AVG NODAL

MAX : 1889
MIN : 1878

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000

Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU + SLV



CBALL: EN RARA
AVG NODAL

MAX : 1878
MIN : 1889

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN*m/m
DATE: 01/29/2022

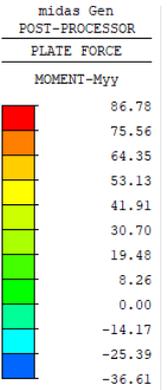
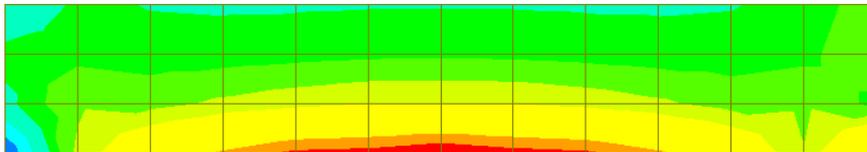
VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000

Inviluppo momento flettente in direzione X - SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	57 di 79



CBALL: EN RARA
AVG NODAL

MAX : 1883
MIN : 1889

FILE: VI04 SPALLA-
UNIT: kN*m/m
DATE: 01/29/2022

VIEW-DIRECTION
X: -1.000
Y: 0.000
Z: 0.000



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	58 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
7.3.2 Verifiche agli Stati Limite

Il parapagliaia è armato con barre ϕ 18/10 verticali e con ϕ 18/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari 50 mm.

I risultati delle verifiche sono i seguenti.

Verifiche in direzione X
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	59	[mm]
Altezza utile della sezione	d	541	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	479.95	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	238.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	59 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

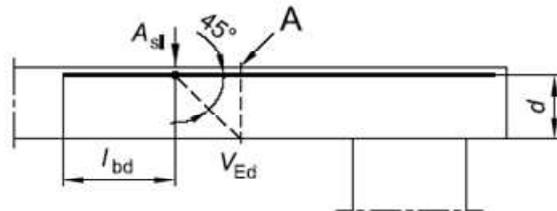
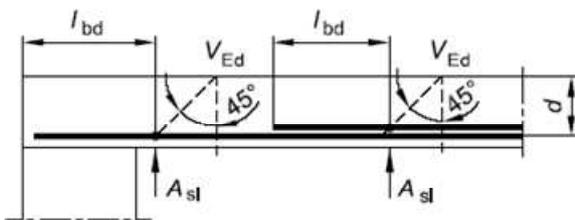
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	143	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.61	[-]
		1.61	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0047037	[-]
		0.0047037	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso

$V_{Rd,c}$ 260.93 [kN]

Resistenza minima del calcestruzzo teso

$V_{Rd,min}$ 222.47 [kN]

Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso

V_{Rd} 260.93 [kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	60 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	98.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	59	[mm]
Altezza utile della sezione	d	541	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	150.89	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	7276432292	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.03	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	78.81	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	43.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	59	[-]
Altezza utile della sezione	d'	541	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	150.89	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	7276432292	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.89	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	34.58	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	61 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	71 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	150.89 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	57.10 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	147.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	147500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01725 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000111 [-]
		0.000171 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	s _{r,max}	320.17 [mm]
		320.17 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0548 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	62 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	77	[mm]
Altezza utile della sezione	d	523	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	444.10	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	149.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	63 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

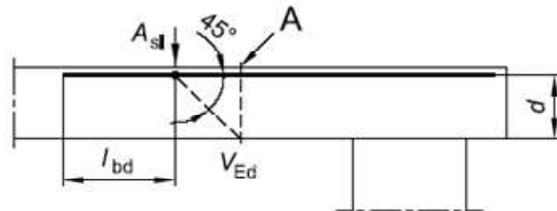
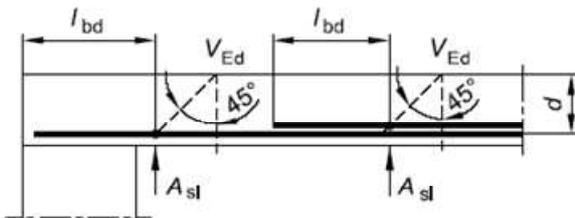
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	176	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.62	[-]
		1.62	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0048656	[-]
		0.0048656	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	256.76	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	217.15	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	256.76	[kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	64 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	87.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	600	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	77	[mm]
Altezza utile della sezione	d	523	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	150.89	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	6638834683	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	1.98	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	73.15	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	32.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	600	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	77	[-]
Altezza utile della sezione	d'	523	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	150.89	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	6638834683	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	0.73	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	26.90	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	65 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	80 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	150.89 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	67.26 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	149.704408 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	149704.408 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01700 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0.000065 [-]
		0.000202 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	322.82 [mm]
		322.82 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0651 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

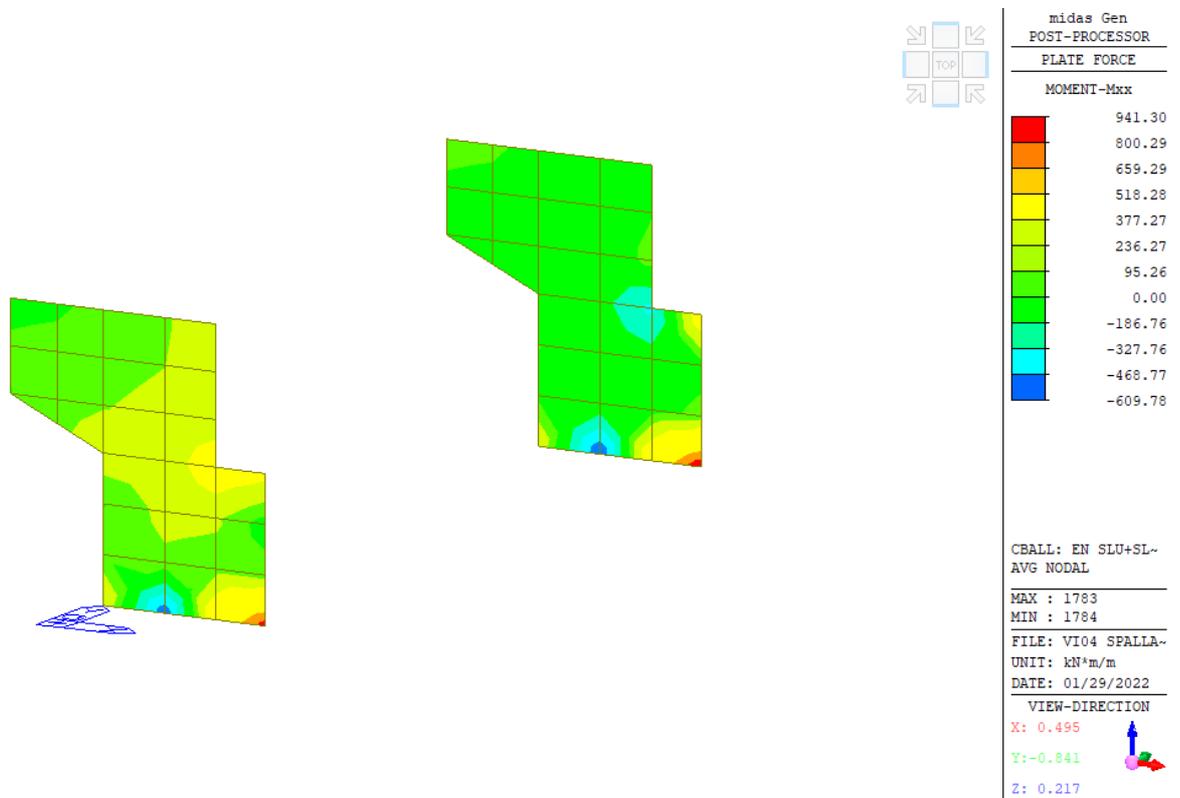
Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	66 di 79

7.4 MURI LATERALI

7.4.1 Sollecitazioni massime

Il sistema di riferimento adottato è quello locale. L'asse X coincide con la direzione orizzontale e l'asse Y con quella verticale.

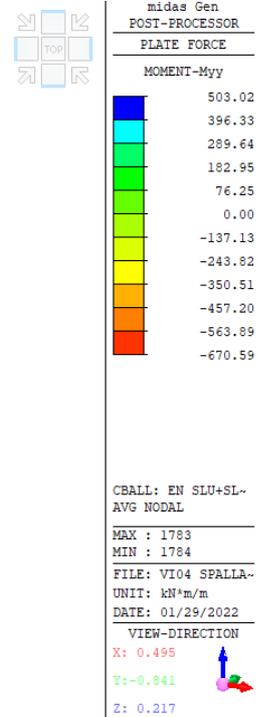
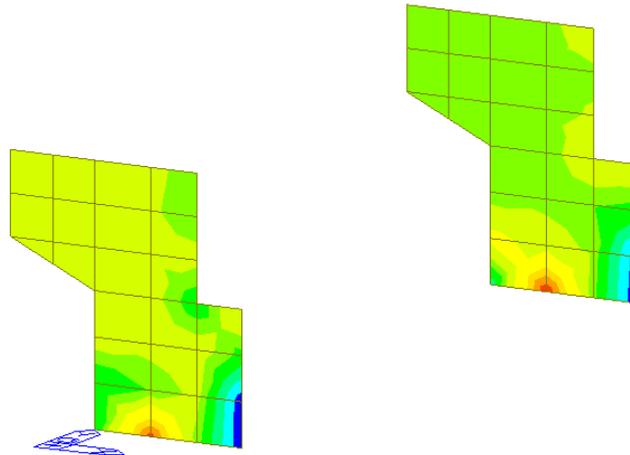


Involuppo momento flettente in direzione X - SLU+ SLV

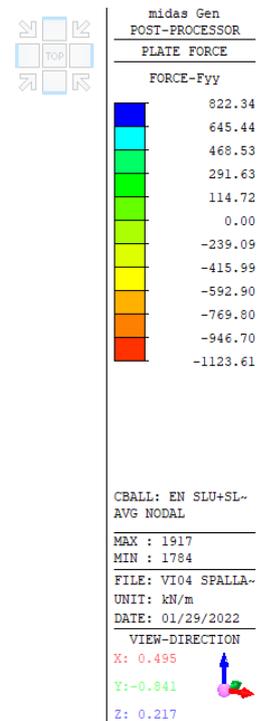
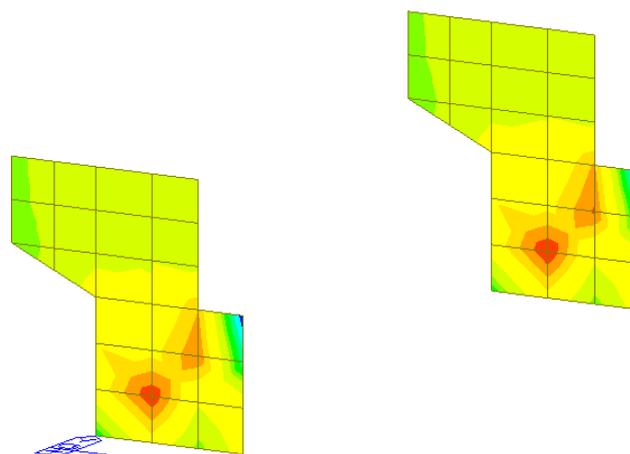
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	67 di 79



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLU+ SLV

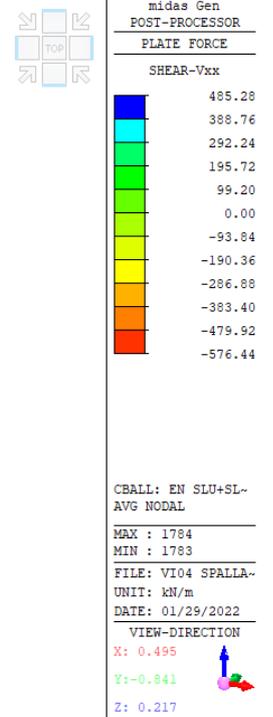
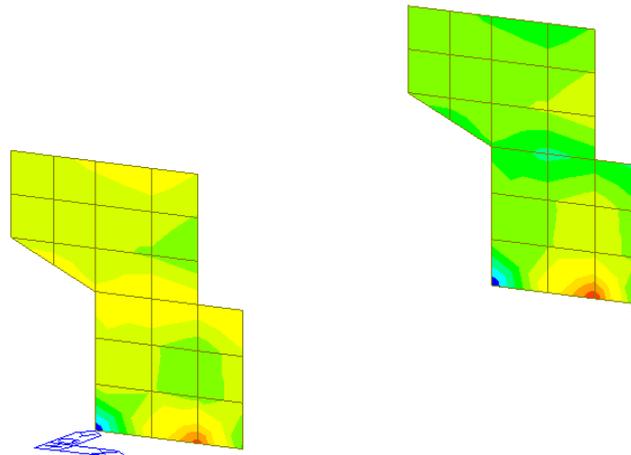


Inviluppo azione assiale verticale - SLU+ SLV

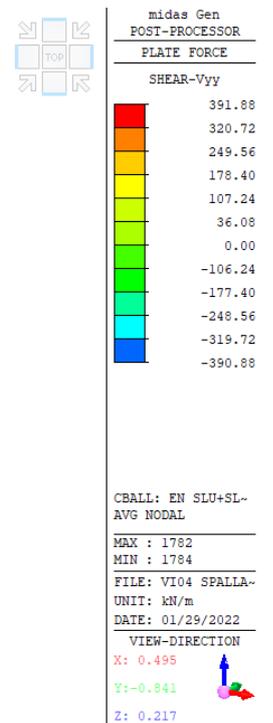
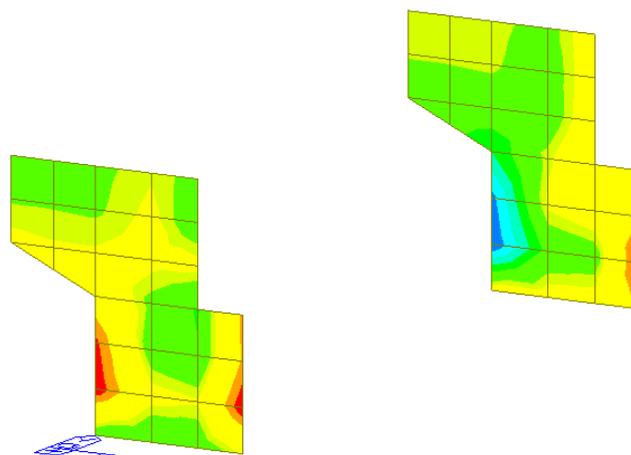
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	68 di 79



Inviluppo azione di taglio in direzione X - SLU+ SLV

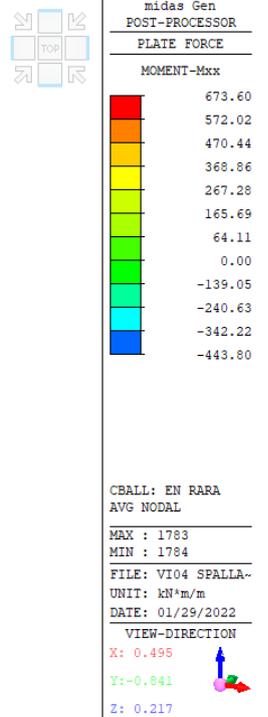
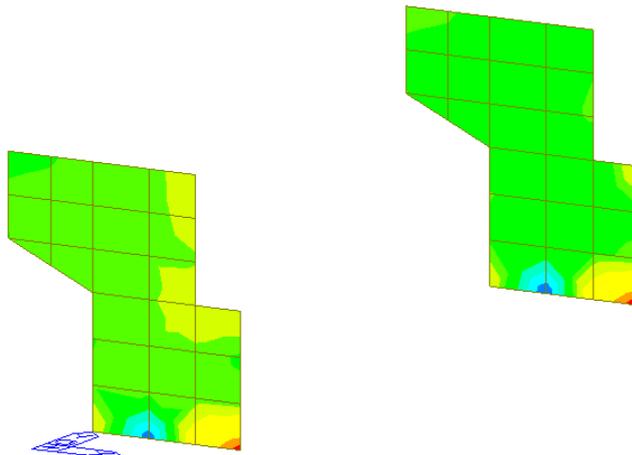


Inviluppo azione di taglio in direzione Y - SLU+ SLV

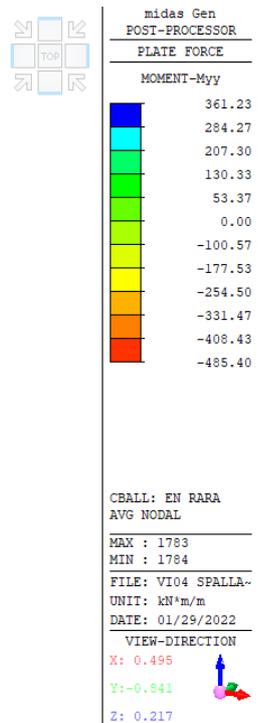
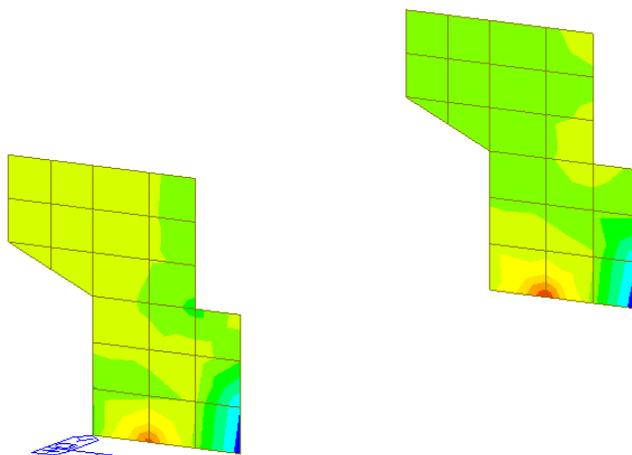
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo spalla A - VI04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	69 di 79



Inviluppo momento flettente in direzione X – SLE RARA



Inviluppo momento flettente in direzione Y – SLE RARA

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A

7.4.2 Verifiche agli Stati Limite

I muri laterali sono armati con barre ϕ 20/10 verticali e con ϕ 18/10 orizzontali, disposti entrambi sia sul lato esterno, che sul lato interno del muro. Il copriferro netto è pari 50 mm.

I risultati delle verifiche sono i seguenti.

Verifiche in direzione X

Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	900	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	59	[mm]
Altezza utile della sezione	d	841	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	2545	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	18	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	2545	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	778.68	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	659.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	71 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

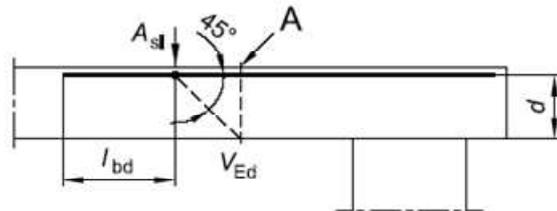
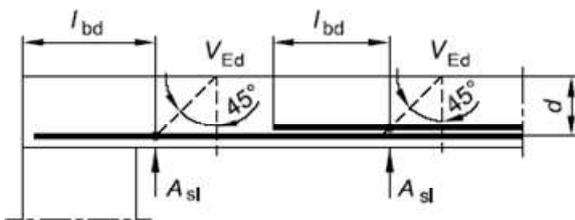
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	233	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.49	[-]
		1.49	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0030258	[-]
		0.0030258	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	323.95	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	307.74	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	323.95	[kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	72 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	470.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	900	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	59	[mm]
Altezza utile della sezione	d	841	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	196.67	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	19105964393	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	4.84	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	237.75	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	300.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	900	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	59	[-]
Altezza utile della sezione	d'	841	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	2545	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	2545	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	196.67	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	19105964393	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.09	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	151.76	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	73 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	$M_{Ed,caratt.}$	395 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	196.67 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	199.82 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	147.5 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	147500 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01725 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000603 [-]
		0.000603 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	18.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	320.17 [mm]
		320.17 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1931 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	74 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifiche in direzione Y
Verifica a flessione

SEZIONE TRASVERSALE			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	900	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	78	[mm]
Altezza utile della sezione	d	822	[mm]
ARMATURA TESA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ_1	20	[mm]
Numero dei ferri correnti	n ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n ₂	0	[-]
Area dell'armatura tesa	A _s	3142	[mm ²]
ARMATURA COMPRESSA			
Diametro dei ferri correnti	ϕ'_1	20	[mm]
Numero dei ferri correnti	n' ₁	10	[-]
Diametro dei ferri di eventuale infittimento	ϕ'_2	0	[mm]
Numero dei ferri di eventuale infittimento	n' ₂	0	[-]
Area dell'armatura compressa	A' _s	3142	[mm ²]
Momento resistente della sezione	M_{Rd}	914.61	[kNm]
Momento sollecitante a SLU assunto in valore assoluto	M_{Ed}	563.0	[kNm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	75 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Verifica a taglio

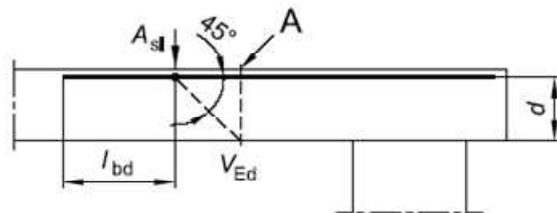
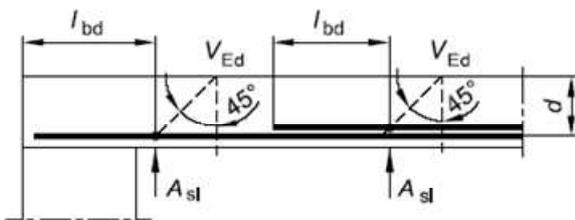
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	249	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12	[-]
Coefficiente k	k	1.49	[-]
		1.49	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	ρ_l	0.0038219	[-]
		0.0038219	[-]

figura 6.3 Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	343.55	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	302.49	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	V_{Rd}	343.55	[kN]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	76 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica delle tensioni massime (SLE)
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	408.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	900	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	78	[mm]
Altezza utile della sezione	d	822	[mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	3142	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3142	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	211.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	21556995158	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	19.92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	4.01	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	173.22	[MPa]

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	310.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	900	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	78	[-]
Altezza utile della sezione	d'	822	[-]
Area dell'armatura tesa	A_s	3142	[mm ²]
Area dell'armatura compressa	$A's$	3142	[mm ²]
Posizione dell'asse neutro	x	211.87	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	21556995158	[mm ⁴]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14.94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	3.05	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	131.61	[MPa]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	77 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04
Verifica della fessurazione (comb. rara con Gr.4)

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante per la combinazione Caratteristica	M_{Ed,caratt.}	361 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	211.87 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	153.26 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f _{ct,eff}	3.1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k _t	0.4 [-]
Altezza efficace	h _{c,eff}	195 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A _{c,eff}	195000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01611 [-]
Rapporto tra E _s /E _{cm}	α_e	5.94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.000345 [-]
		0.000460 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20.00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k ₁	0.8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k ₂	0.5 [-]
	k ₃	3.4 [-]
	k ₄	0.425 [-]
Distanza massima tra le fessure	S _{r,max}	353.84 [mm]
		353.84 [mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.1627 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.2 [mm]

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	78 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

8 SCARICHI SULLA PALIFICATA

Nella seguente tabella si riportano gli scarichi della struttura sulla palificata di fondazione, derivanti dallo studio della sovrastruttura con zattera di fondazione infinitamente rigida.

SPALLA FISSA SLE

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
RARA01	-6668	-371	43744	-2286	-4794	-5
RARA02	-5837	-364	39099	-2314	-1278	-5
RARA03	-7499	-321	41284	-2498	-8355	-4
RARA04	-7167	-352	42757	-2366	-6927	-4
RARA05	-3790	-424	32186	-708	6251	-5
RARA06	-5120	-522	36072	-296	11947	-6
RARA07	-6093	-348	41417	-2114	3088	-4
RARA08	-5428	-342	37701	-2137	228	-4
RARA09	-6757	-308	39449	-2283	5911	-4

SPALLA FISSA SLU-SLV

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
SLU01	-9290	-550	60554	-3011	-7572	-7
SLU02	-8085	-541	53818	-3052	-2474	-7
SLU03	-10495	-478	56986	-3318	-12735	-6
SLU04	-9049	-771	59257	-2077	-6556	-10
SLU05	-8085	-764	53868	-2110	-2477	-9
SLU06	-10013	-713	56402	-2323	-10686	-9
SLU07	-9290	-550	60554	-3011	-7573	-7
SLU08	-5116	-636	43798	-687	8443	-8
SLV01	-17068	-2529	33276	4095	-27360	789
SLV02	-17068	-2529	35362	3965	-26501	789
SLV03	-17068	2483	33276	-9313	-27360	-2362
SLV04	-17068	2483	35362	-9444	-26501	-2362
SLV05	8669	-2529	33276	4095	36012	2361
SLV06	8669	-2529	35362	3965	36870	2361
SLV07	8669	2483	33276	-9313	36012	-790
SLV08	8669	2483	35362	-9444	36870	-790
SLV09	-8060	-8377	33276	19739	-5180	5016
SLV10	-8060	-8377	35362	19608	-4321	5016

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0404 001	A	79 di 79

Relazione di calcolo spalla A - VI04

Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Comb	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
SLV11	-339	-8377	33276	19739	13832	5487
SLV12	-339	-8377	35362	19608	14690	5487
SLV13	-8060	8330	33276	-24956	-5180	-5488
SLV14	-8060	8330	35362	-25087	-4321	-5488
SLV15	-339	8330	33276	-24956	13832	-5016
SLV16	-339	8330	35362	-25087	14690	-5016
SLV17	-8060	-2529	30844	4248	-6182	1339
SLV18	-8060	2483	30844	-9160	-6182	-1812
SLV19	-339	-2529	30844	4248	12830	1811
SLV20	-339	2483	30844	-9160	12830	-1340
SLV21	-8060	-2529	37795	3812	-3319	1339
SLV22	-8060	2483	37795	-9597	-3319	-1812
SLV23	-339	-2529	37795	3812	15692	1811
SLV24	-339	2483	37795	-9597	15692	-1340

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA					
PROGETTO DEFINITIVO Relazione di calcolo spalla A - VI04	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0404 001	REV. A	FOGLIO 80 di 79

9 VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)

Le analisi della struttura sono state condotte con un programma agli elementi finiti (MIDAS).

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.